

EFFECTOS DE LA NUTRICIÓN EN LAS EMISIONES DE GASES PROCEDENTES DEL PURÍN DE CERDOS



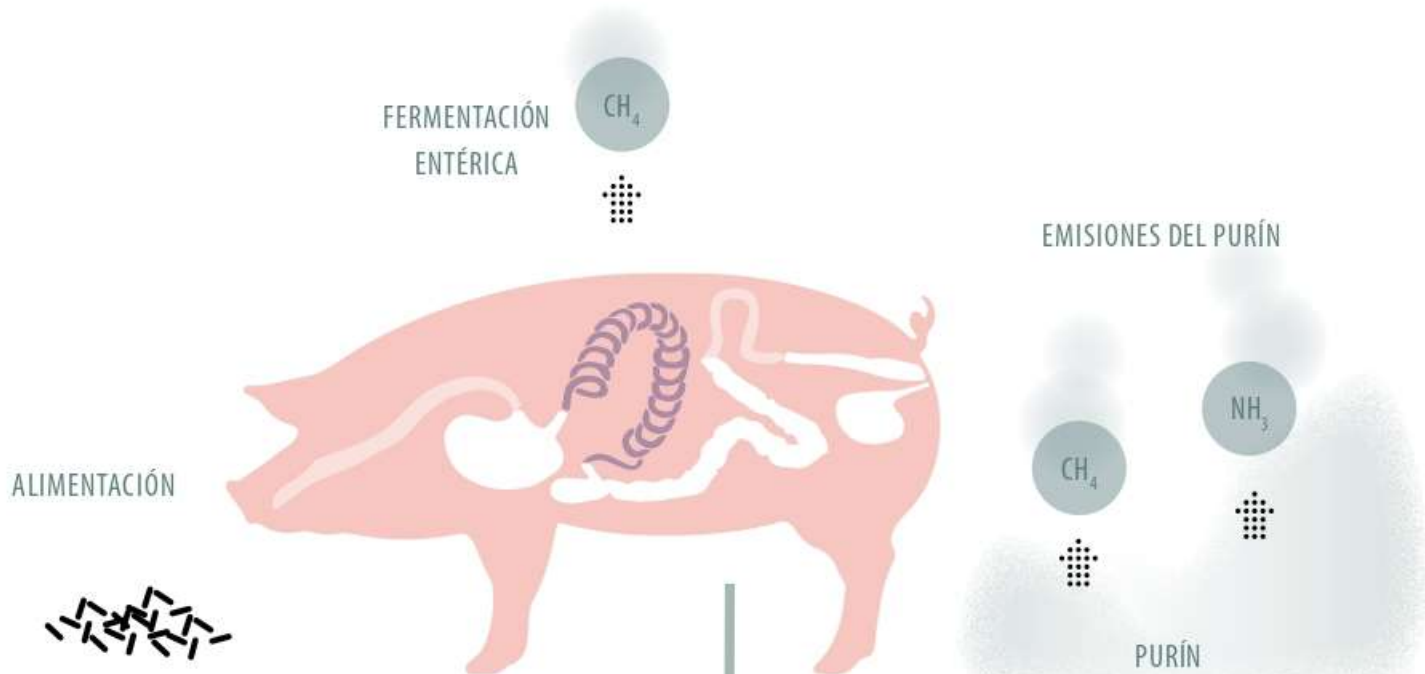
Salvador Calvet¹, Alba Cerisuelo³, Pablo Ferrer¹, Walter Antezana¹, Amanda Beccaccia², Paloma García-Rebollar², Carlos de Blas²

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain

²Departamento de Producción Agraria, Universidad Politécnica de Madrid, E.T.S. Ingenieros Agrónomos de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, Spain

³Centro de Investigación y Tecnología Animal, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Pol. La Esperanza 100, 12400 Segorbe, Castellón, Spain

investigación



Las emisiones de gases procedentes de la gestión de los purines, principalmente amoníaco (NH_3) y metano (CH_4) constituyen un problema ambiental asociado a la producción porcina.

Previsiblemente, durante los próximos años deberán emprenderse acciones para reducir estas emisiones y, por tanto, es fundamental entender los procesos asociados a tales emisiones.

La nutrición es uno de los factores que más condiciona las emisiones de CH_4 y NH_3 y en ello precisamente se ha centrado el proyecto GasPorc (2012-2014), desarrollado por investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), la Universitat Politècnica de València (UPV) y el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)

PRIMERA FASE MUESTREOS EN GRANJAS COMERCIALES

1

En una primera fase se recogieron muestras de piensos y purines de 79 granjas porcinas del centro y este peninsular con el objetivo de **conocer la variabilidad en la composición y emisiones de purines a nivel comercial** y **evaluar si existen factores nutricionales que pueden afectar a estos parámetros**.

De dichas muestras se realizaron análisis de composición y de emisiones potenciales de NH_3 y CH_4 *in vitro*.

- ✓ Las emisiones potenciales de NH_3 se midieron durante 15 días a partir de muestras de purín de 0,5 kg de peso.
- ✓ La emisión potencial de CH_4 se determinó mediante ensayos de biodegradabilidad y se expresó por gramo de materia orgánica (más conocida por las siglas BO).

Los resultados, publicados por *Beccaccia et al. (2015a)*, demuestran que **en condiciones comerciales los factores nutricionales condicionan la composición de los purines** y las emisiones, junto con otros factores tales como el manejo de los purines o el tipo de animal.





		pH	Materia seca	Cenizas	N total Kjeldahl	N amoniacal	FND	FAD	LAD	Extracto etéreo
	Cerdas gestantes (n=14)									
	Media	7,77	5,87	30,5	13,2	10,1	39,5	20,7	8,96	6,94
	Mínimo	7,54	0,49	21,1	4,12	2,64	17,3	8,08	4,46	3,58
	Máximo	8,03	15,5	43,3	37,4	34,5	59,6	36,3	14,1	12,2
	Cerdas lactantes (n=14)									
	Media	7,60	3,58	29,2	10,9	7,38	38,7	19,6	8,88	9,32
	Mínimo	6,98	0,86	21,7	6,02	3,11	24,4	12,3	5,43	4,03
	Máximo	8,16	7,58	43,3	24,5	20,9	48,9	27,5	16,1	15,5
	Transición (n=14)									
	Media	7,35	3,73	29,7	11,3	7,53	29,5	12,6	5,12	13,0
	Mínimo	6,34	0,57	22,4	5,62	2,52	3,79	1,07	0,39	6,28
	Máximo	7,92	9,73	42,1	23,0	19,3	48,0	21,2	10,2	18,8
	Cebo (n=37)									
	Media	7,43	5,38	26,7	12,8	8,92	34,5	16,6	6,78	10,8
	Mínimo	6,41	0,75	15,5	4,18	1,32	5,25	2,24	0,59	2,93
	Máximo	8,05	17,7	44,3	27,9	24,1	56,6	36,2	18,3	24,9

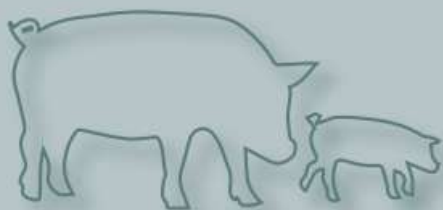
Tabla 1. Composición y variabilidad de los purines analizados, expresado en % sobre materia seca

"Relationships among slurry characteristics and gaseous emissions at different types of commercial Spanish pig farms". *Spanish Journal of Agricultural Research* 13(1), e06-002, 15 pages

La composición de los purines y su contenido en materia seca dependen en gran medida de la fase productiva del cual proceda el purín.

*Los purines procedentes de la **gestación** y el **cebo** tienen generalmente un mayor contenido en materia seca y en nutrientes por unidad de volumen, lo cual se asocia en parte con el tipo de alojamiento, la nutrición de cada tipo de animal y su manejo.*

*Los purines de las **maternidades** y **destetes**, por el contrario, suelen estar más diluidos debido al mayor uso de agua de limpieza.*



Sin embargo, debido a la gran variabilidad encontrada en la composición y emisiones de los purines, no es posible concretar recomendaciones generales en cuanto a sistemas de tratamiento o dosis de aplicación a campo.



Los resultados indican que **no puede predecirse la emisión de gases que potencialmente puede emitir un determinado purín**, únicamente conociendo el tipo de animal del que viene o el alimento que este recibe, pero demuestran que las emisiones sí están relacionadas con la composición del purín.



Una novedosa aportación del proyecto ha sido obtener modelos que permitan predecir las emisiones potencialmente asociadas a un purín a partir de sus características físico-químicas, empleando también NIRS.

De ambas formas se obtuvo una buena predicción con la emisión potencial de NH_3 (coeficiente de determinación $R^2 \sim 0,9$), y algo menor con el B_0 ($R^2 \sim 0,6$).

Además, incluso **utilizando parámetros del purín de fácil medición tales como materia seca, conductividad eléctrica o pH, es posible realizar predicciones rápidas de las emisiones potenciales** de NH_3 y CH_4 por metro cúbico de purín, lo cual puede ser de gran utilidad práctica (como por ejemplo ya se hace para estimar el contenido en nutrientes de los piensos o el contenido en nitrógeno de los purines).



investigación

Las mediciones de materia seca, conductividad eléctrica o pH en el purín permiten predecir las emisiones potenciales de NH_3 y CH_4

Con el objetivo de profundizar en los factores nutricionales relacionados con las emisiones potenciales de NH_3 y CH_4 , se llevaron a cabo tres ensayos experimentales en las granjas del Centro de Tecnología Animal del IVIA en Segorbe (Castellón).

Se evaluaron distintas dietas en cerdos de cebo mediante jaulas de digestibilidad individuales, recogiendo los purines generados para analizar su composición y realizar los estudios de emisiones.

Las dietas ensayadas incorporaron subproductos agroindustriales candidatos a ser utilizados en dietas porcinas, y fueron formuladas de forma que la composición nutricional no difiriera en exceso de un pienso comercial.

La adaptación a las dietas previa a los ensayos fue de 14 días: los primeros 9 días en corrales colectivos y los últimos 5 días en adaptación a las jaulas.

Posteriormente se realizaron las pruebas de digestibilidad (4 días) y la recogida de purines para el posterior ensayo de emisiones (3 días).

No se realizaron pruebas productivas, que quedaron fuera del alcance de este estudio.

Con carácter general se obtuvo que las dietas ensayadas, además de afectar a los parámetros de digestibilidad, tuvieron importantes efectos en las emisiones de NH_3 y CH_4 .

9 DÍAS
en corrales colectivos



5 DÍAS
adaptación

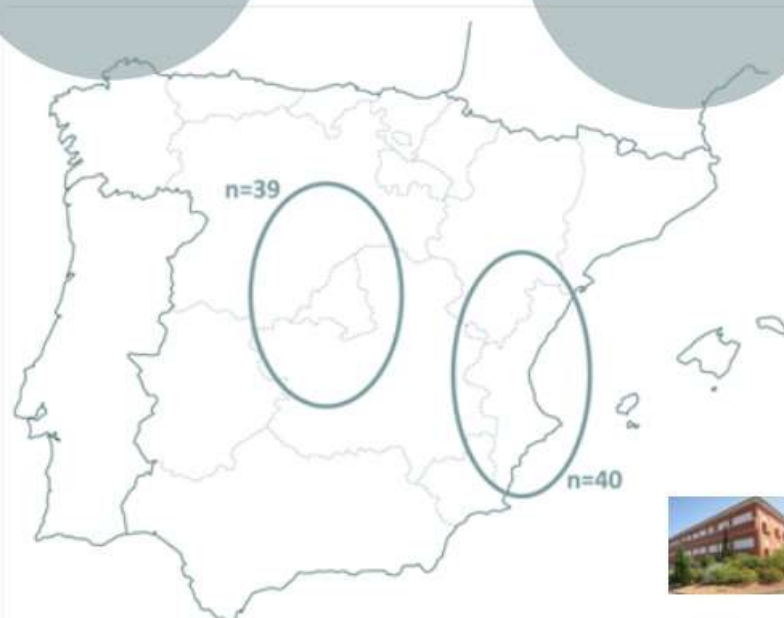


4 DÍAS
prueba de
digestibilidad

3 DÍAS
recogida
de purines

Primera prueba
Efecto del nivel & tipo
de fibra

Segunda prueba
Efecto de la fuente de
proteína



Tercera prueba
Efecto de la grasa
en la dieta y su
interacción con la
inclusión de fibra



Primera prueba
Efecto del nivel & tipo
de fibra

En una primera prueba se evaluó el efecto de la inclusión de dos tipos de fibra (más fermentable y más lignificada) a través de la inclusión de dos subproductos (**pulpa cítrica y algarroba**, respectivamente) a dos niveles (75 y 150 g/kg), además de un pienso control.
Se trabajó con cerdos de unos 85 kg de peso.



+ pulpa cítrica
+ algarroba

+75g/kg
+150g/kg

Características del purín	Control	Pulpa 75g/kg	Pulpa 150g/kg	Algarroba 75g/kg	Algarroba 150g/kg
Excreción de purín (kg/día)	3,16	4,19	3,43	4,05	4,36
Materia seca (g/kg)	136,8	109,2	114,5	100,6	121,7
Materia orgánica (g/kg)	108,7	87,3	91,9	82,0	99,9
N amoniacal (g/L)	3,00	3,92	3,26	2,99	3,59
N total Kjeldahl (g/kg)	9,89	8,27	7,73	7,26	8,70
pH	6,86	8,00	7,41	8,17	7,49
Ácidos grasos volátiles (mmol/L)	68,13	84,8	78,1	67,1	73,8
Emisiones de gases					
g NH ₃ -N/kg purín	2,44	1,84	1,64	1,76	1,99
B, mL CH ₄ /g materia orgánica	353	393	332	361	326
L CH ₄ /animal y día	118	134	116	129	144

Tabla 2. "Effects of nutrition on digestion efficiency and gaseous emissions from slurry in growing-finishing pigs. I. Influence of the inclusion of two levels of orange pulp and carob meal in isofibrous diets". *Animal Feed Science and Technology* 2015, Vol. 208, 158-169

Se conoce que la inclusión de fibra fermentable en la dieta tiene efectos sobre el nitrógeno:

Disminuye la proporción de nitrógeno que se excreta a través de la orina y, a su vez, incrementa su excreción a través de las heces.

Puede disminuir el pH del purín.

Ambos efectos tienen efectos directos en las emisiones de NH₃.

1

Implica una **menor proporción de nitrógeno inorgánico en el purín**, que es la forma de nitrógeno que se degrada más rápidamente.

La disminución del pH modifica el equilibrio químico del amoníaco (forma volátil) a ion amonio (forma no volátil) y la inclusión de fibra fermentable estaría relacionada con una reducción de la emisión de NH₃.



Segunda prueba Efecto de la fuente de proteína

La segunda prueba tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres fuentes distintas de proteína en la dieta:

soja, girasol y DDGS de trigo.

Así, las dietas fueron similares en cuanto a su composición nutricional, pero difirieron en su principal fuente de proteína.

Se trabajó con cerdos de entre 50 y 60 kg de peso.



	Soja	Girasol	DDGS de trigo
Características del purín			
Excreción de purín (kg/día)	2,98	2,70	2,55
Materia seca (g/kg)	118	133	129
Materia orgánica (g/kg)	95,4	104	107
N amoniacal (g/L)	1,50	2,43	2,01
N total Kjeldahl (g/kg)	7,12	8,66	7,83
pH	6,48	6,46	6,25
Ácidos grasos volátiles (mmol/L)	88,8	75,7	61,4
Emisiones de gases			
g NH ₃ -N/kg purín	1,12	1,82	1,58
B ₅₀₀ mL CH ₄ /g materia orgánica	301	256	269
L CH ₄ /animal y día	80,7	66,5	73,2

Tabla 3. "Effects of nutrition on digestion efficiency and gaseous emissions from slurry in growing pigs: II. Effect of protein source in practical diets". *Animal Feed Science and Technology*, 2015 Vol. 209, 137-144.

Los detalles de esta segunda prueba pueden consultarse en Beccacchia et al. (2015c).

Está ampliamente demostrado que la **reducción del nivel de proteína en la dieta se asocia a una menor excreción de nitrógeno** en la orina y, por tanto, a unas menores emisiones de NH₃.

Sin embargo, tal como se determinó en la primera fase del proyecto y en otros estudios, a nivel comercial el rango de proteína en las dietas es menor y otros factores nutricionales implicados pueden cobrar relevancia.

En esta prueba, los tres piensos tuvieron un **contenido similar en proteína**, pero **la principal fuente de la misma era distinta**, de forma que los piensos cambiaban en cuanto a los ingredientes utilizados.

2

Por otra parte, **la fibra lignificada es un sustrato poco digerible que además dificulta la emisión de CH₄**, al ser poco biodegradable.

En este estudio se confirma que ambos tipos de fibra son capaces de reducir las emisiones de NH₃, reduciendo la cantidad de nitrógeno en orina y aumentando su cantidad en heces.

Aunque otros estudios sugieren que la modificación del ratio de excreción de nitrógeno en orina y heces con la adición de fibra se debe al N endógeno de origen bacteriano, nuestros resultados apuntan a que la inclusión de fibra no modifica de forma relevante la proporción de N bacteriano excretado en las heces.

Como consecuencia, en las dietas que incorporan pulpa y algarroba las emisiones de NH₃ disminuyeron con respecto a la dieta control.

No se vio, por otro lado, efectos relevantes de las dietas en la emisión de CH₄.



De este modo - mismo nivel de proteína pero fuente diferenciada de la misma- se detectaron **diferencias en emisiones que podrían estar relacionadas con el tipo de fibra** (más soluble en soja y más insoluble en girasol).

En los purines procedentes de piensos a **base de soja** la proporción de nitrógeno excretado en las heces fue el más alto, y tuvieron las menores emisiones de NH_3 .

Por el contrario, este tratamiento tuvo las mayores de CH_4 , probablemente en relación con el mayor contenido de grasa (ver la tercera prueba) y mayor contenido en fibra soluble de los piensos, así como el menor contenido en lignina (compuestos poco degradables) de las heces.

La conclusión en esta fase de ensayos fue que, dado que nutricionalmente las tres dietas fueron similares, **los cambios detectados en los niveles de emisión estuvieron asociados al cambio de la fuente proteica, el tipo de fibra al que estuvo asociada, y a la composición del resto de ingredientes.**

Tercera prueba Efecto de la grasa en la dieta y su interacción con la inclusión de fibra



54kg a 72kg

+ pulpa cítrica
0 & 200g/kg

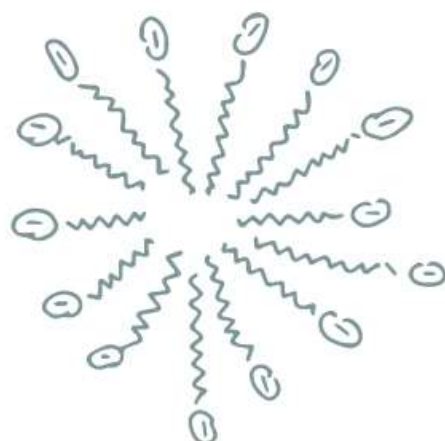
+ jabón cálcico
35 & 70g/kg

La última prueba evaluó el **efecto de la grasa, tanto por sí sola como en combinación con fuentes de fibra fermentable**, en la producción de purín y las emisiones.

Para ello se utilizó destilado de **jabón cálcico** a dos niveles de inclusión (35 y 70 g/kg), cada uno de ellos con dos niveles de inclusión de fibra fermentable (pulpa cítrica, 0 y 200 g/kg).

También se suministró un pienso control (sin adición de jabón cálcico ni pulpa cítrica).

Se trabajó con animales entre 54 y 72 kg de peso.



Características del purín	Control	Jabón 35g/kg	Jabón 70g/kg	Jabón 35 g/kg +pulpa	Jabón 70 g/kg +pulpa
Excreción de purín (kg/día)	1,89	1,78	2,19	2,10	2,04
Materia seca (g/kg)	167	146	166	135	144
Materia orgánica (g/kg)	134	119	138	108	114
N amoniacal (g/L)	3,61	3,43	2,81	3,04	3,06
N total Kjeldahl (g/kg)	10,2	8,99	8,31	8,79	8,84
pH	8,52	8,08	7,65	8,13	8,18
Ácidos grasos volátiles (mmol/L)	86,0	69,7	90,6	75,9	96,2
Emisiones de gases					
g NH ₃ -N/kg purín	2,41	2,32	1,59	1,80	1,77
B _p , mL CH ₄ /g materia orgánica	305	313	357	346	406
L CH ₄ /animal y día	77,8	68,7	109	70,6	96,9

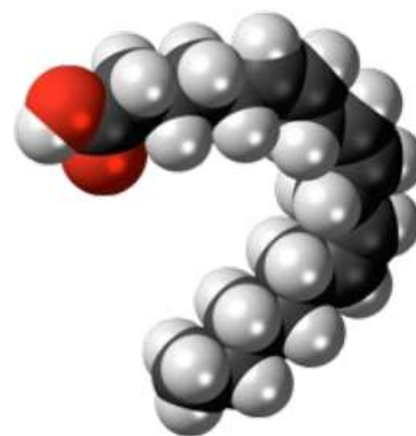


Tabla 4. “Effects of nutrition on digestion efficiency and gaseous emissions from slurry in growing pigs: III. Influence of varying the dietary level of calcium soap of palm fatty acids distillate with or without orange pulp supplementation”. *Animal Feed Science and Technology*, 2015, Vol 209, 128-136. Los detalles de esta tercera prueba pueden consultarse en Antezana et al. (2015).

Lo más relevante del estudio es que, a diferencia de lo que ocurre en la fermentación entérica de los animales rumiantes, **un mayor contenido en grasa de los purines supone un incremento de la emisión potencial de CH₄**, al ser ésta un sustrato degradable de alto valor energético.

Por otra parte, el estudio sugiere que la inclusión de pulpa cítrica en la dieta también puede incrementar el contenido en grasa de las heces, con el consiguiente incremento de la emisión potencial de CH₄.

De estos resultados es necesario remarcar que los efectos potenciadores de la producción de CH₄ generalmente atribuidos a la fibra de los piensos podrían estar confundidos con la adición de grasa.

En este sentido, las dietas que contienen materiales fibrosos son generalmente suplementadas con grasa para mantener el nivel energético del pienso, de ahí la dificultad de confirmar el efecto que tienen grasa y fibra por separado.

Respecto al NH₃, esta tercera prueba demostró que **la adición de grasa reduce su emisión cuando no se añade pulpa cítrica**, si bien no se produce una reducción adicional si se combina con pulpa cítrica.

El efecto mitigador de las emisiones de NH₃ que puede tener la grasa en los purines no se ha estudiado, pero los resultados de la primera fase antes descritos (purines de granjas comerciales) parecen confirmar esta hipótesis.

Se necesita pues investigar la naturaleza de las interacciones entre niveles de grasa y fibra en la alimentación y su efecto en las emisiones de NH₃ y CH₄.

CONCLUSIONES

Todos los resultados indicados anteriormente constituyen la base del nuevo proyecto CoPig (AGL2014-56653-C03), que pretende estudiar la incorporación a la dieta porcina de subproductos de dos industrias mayoritarias a nivel nacional: orujos de aceitunas procedentes de la industria aceitera y subproductos procedentes de la transformación de cítricos.

En concreto, se pretende caracterizar la variabilidad de estos productos en función del proceso productivo del que proceden, realizar pruebas in-vitro e in-vivo de piensos elaborados con estos subproductos, y establecer las implicaciones ambientales de los mismos a través de la medición de emisiones y análisis de ciclo de vida.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad mediante el proyecto GasPorc (AGL2013-0023-C03), con el apoyo de la Conselleria de Educación, Cultura y Deporte de la Generalitat Valenciana a través del programa de ayudas complementarias y las becas doctorales concedidas por la Fundación CAPES (Ministerio de Educación de Brasil) y el programa de intercambio Erasmus Mundus BABEL.